

PAT-NO: JP409306896A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09306896 A
TITLE: PLASMA PROCESSOR AND PLASMA PROCESSING METHOD
PUBN-DATE: November 28, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

MORITA, NARITAKA
NAKANISHI, TOSHIO
TANAKA, HIROYUKI
OKUMURA, NOBUO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

SUMITOMO METAL IND LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP08317682

APPL-DATE: November 28, 1996

INT-CL (IPC): H01L021/3065, C23F004/00 , H01L021/68 , H05H001/46

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to etch without generating etching shape differences at the center and peripheral edge of a wafer by improving an electric field correction at the edge of the wafer.

SOLUTION: The plasma processor 10 has a first electrode 11, a second electrode 12 opposed to the electrode 11 to place a wafer 19, and comprises a conductive first annular part 13 protruding on the electrode 12 side and provided on the outer periphery of the surface of the electrode 11 opposed to the electrode 12, and a conductive second annular part 14 provided on the outer periphery of the electrode 12. The wafer is plasma processed by satisfying

predetermined conditions at the inner diameter D_{in} and outer diameter D_{out} of the part 13, protruding amount H_{out} from the electrode surface, and the size D_{si} of the wafer 19 and the distance L between the electrodes.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-306896

(43) 公開日 平成9年(1997)11月28日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L	21/3065		H 0 1 L 21/302	C
C 2 3 F	4/00		C 2 3 F 4/00	A
H 0 1 L	21/68		H 0 1 L 21/68	R
H 0 5 H	1/46		H 0 5 H 1/46	M

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

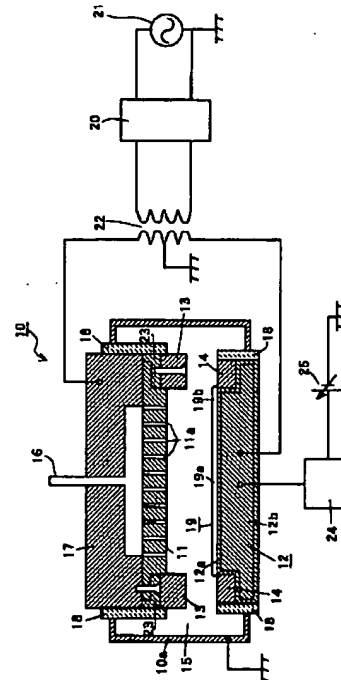
(21) 出願番号	特願平8-317682	(71) 出願人	000002118 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
(22) 出願日	平成8年(1996)11月28日	(72) 発明者	森田 整尚 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住 友金属工業株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平8-59465	(72) 発明者	中西 敏雄 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住 友金属工業株式会社内
(32) 優先日	平8(1996)3月15日	(72) 発明者	田中 宏幸 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住 友金属工業株式会社内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	弁理士 森 道雄 (外1名) 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置およびプラズマ処理方法

(57) 【要約】

【課題】 ウエハ周縁部19bでの電界補正を向上させ、ウエハ中央部19aとウエハ周縁部19bとでエッチング形状差を生じさせないようにエッチングすることができるプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法を提供する。

【解決手段】 第1電極11と、これに対向するウエハ19を載置する第2電極12とを備えたプラズマ処理装置10であって、第1電極11の第2電極12と対向する面の外周部に第2電極12側へ突出した導電性の第1環状部13が設けられ、第2電極12の外周部に導電性の第2環状部14が設けられているプラズマ処理装置。このプラズマ処理装置を用いて、第1環状部13の内径D_{in}、外径D_{out}、電極面からの突出量H_{out}、ウエハ19のサイズDSiおよび電極間距離Lが所定の条件を満たすようにして、ウエハにプラズマ処理を施すプラズマ処理方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】第1電極と、これに対向するウエハを載置する第2電極とを備えたプラズマ処理装置であって、前記第1電極の前記第2電極と対向する面の外周部に前記第2電極側へ突出した導電性の第1環状部が設けられ、前記第2電極の外周部に導電性の第2環状部が設けられていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】前記第2電極が静電チャック構造を備えていることを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

*10

$$1.03 \times D_{Si} \leq D_{in} \leq 1.09 \times D_{Si} \quad \dots (1)$$

$$1.10 \times D_{Si} \leq D_{out} \leq 1.20 \times D_{Si} \quad \dots (2)$$

$$0.7 \times L - 2.0 \leq H_{out} \leq 0.7 \times L + 2.0 \quad \dots (3)$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プラズマ処理装置およびプラズマ処理方法に関し、より詳細には半導体ウエハのエッチング等に使用されるプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】真空容器内にガスおよび高周波を導入してプラズマを発生させ、このプラズマにより半導体ウエハ表面にエッチングやアッシングなどの処理を施すプラズマ処理装置は、高集積半導体装置の製造において欠くことのできないものとなっている。

【0003】このプラズマ処理装置の中に、平行平板型エッチング装置と呼ばれる装置がある。この装置は、反応容器内部に配置された相対向する2つの電極のいずれか一方にウエハを配置し、2つの電極間に処理用ガスを導入しながら高周波電力を供給し、プラズマを発生させて、ウエハに処理を施すものである。

【0004】しかし、平行平板型プラズマ処理装置は、例えばエッチングする場合、ウエハ中央部に比べてウエハ周縁部のエッチングレートの方が小さい傾向があり、このウエハ面内のエッチングレート分布の不均一が問題となっていた。

【0005】この問題を解決するため、特開平5-29275号公報には、一方の電極面に環状部を設けた装置が提案されている。

【0006】図6は、この環状部を備えたプラズマ処理装置を示す模式的断面図である。反応容器15内には第1電極31とこれに対向する第2電極32とが配置され、第2電極32上にはウエハ19が載置されるようになっている。第1電極31は絶縁体38aを介して反応容器15内壁面に固定され、また第2電極32は絶縁体38bを介して反応容器15内壁面に固定されている。第1電極31および第2電極32は、それぞれ交流電源31aおよび31bに接続されている。そして、第1電極31面に環状部33が形成され、ウエハ周縁部19bの電極間隔を狭く、ウエハ中央部19aの電極間隔を広※50

*【請求項3】請求項1または請求項2記載のプラズマ処理装置を用いたプラズマ処理方法であって、第1環状部の内径 D_{in} (mm)、外径 D_{out} (mm)および第1電極の電極面からの突出量 H_{out} (mm)が、処理されるウエハのウエハサイズ D_{Si} (mm)および第1電極と第2電極の電極間距離 L (mm)に対して、下記の(1)、(2)、(3)式を満足する条件で、第2電極上に載置されたウエハにプラズマ処理を施すことを特徴とするプラズマ処理方法。

※くしている。

【0007】このプラズマ処理装置30は、ウエハ周縁部19bの電極間隔を狭く、ウエハ中央部19aの電極間隔を広くしているもので、従来装置に比べてウエハ中央部19aとウエハ周縁部19bの電界強度のバランスを改善することができる。その結果、ウエハ19面内のエッチングレートの均一性を高めることができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の環状部を備えたプラズマ処理装置は、単に一方の電極面に環状部を備え、ウエハ周縁部の電極間隔を狭くウエハ中央部の電極間隔を広くしただけであるため、ウエハ周縁部における電界補正が十分ではなく、ウエハ周縁部とウエハ中央部とでエッチングにより形成される孔（ホール）や溝の形状（以下、エッチング形状と呼ぶ。）が異なってしまうという問題があった。

30 【0009】特に、電極本体が絶縁膜で被覆された静電チャック構造の第2電極を備えた装置において、このエッチング形状差の問題が大きかった。

【0010】本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、ウエハ周縁部での電界補正を向上させ、ウエハ中央部とウエハ周縁部とで形状差を生じさせないようにエッチングすることができるプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法を提供することを目的としている。

【0011】

40 【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明のプラズマ処理装置は、第1電極と、これに対向するウエハを載置する第2電極とを備えたプラズマ処理装置であって、前記第1電極の前記第2電極と対向する面の外周部に前記第2電極側へ突出した導電性の第1環状部が設けられ、前記第2電極の外周部に導電性の第2環状部が設けられていることを特徴としている。

【0012】また、本発明のプラズマ処理装置は、前記第2電極が静電チャック構造を備えた装置に好適である。

【0013】また、本発明のプラズマ処理方法は、上記

のプラズマ処理装置を用いたプラズマ処理方法であって、第1環状部の内径 D_{in} (mm)、外径 D_{out} (mm)および第1電極の電極面からの突出量 H_{out} (mm)が、処理されるウエハのウエハサイズ DSi (mm)および第1電極と第2電極の電極間距離 L (mm)に対*

$$1.03 \times DSi \leq D_{in} \leq 1.09 \times DSi \quad \dots (1)$$

$$1.10 \times DSi \leq D_{out} \leq 1.20 \times DSi \quad \dots (2)$$

$$0.7 \times L - 2.0 \leq H_{out} \leq 0.7 \times L + 2.0 \quad \dots (3)$$

本発明のプラズマ処理装置は、第1電極の外周部に電極面から突出した形で導電性の第1環状部を備えている。そのため、第1電極は見かけ上第2電極に近づくので、ウエハ周縁部での電界強度の減少は抑えられる。

【0015】また、第2電極の外周部に導電性の第2環状部が設けられている。そのため、第2電極は見かけ上大きくなるので、ウエハ周縁部でも電気力線は均一かつウエハに垂直に形成される。

【0016】その結果、ウエハ周縁部での電界補正が向上し、ウエハ全面で均一電界が得られるので、ウエハ中央部とウエハ周縁部とでエッチングレートを同等とするのみならずエッチング形状差を生じさせないようにエッチングすることができる。

【0017】なお、第1、第2環状部にはシリコンを用いることが好ましい。シリコンは不純物などによりウエハを汚染させるおそれが少ない材料であるからである。なお、第1、第2環状部に用いられるシリコンの導電率を高めるには、ボロン(B)などをドーパすれば良い。

【0018】また、電極本体のウエハ載置面が絶縁膜で被覆された静電チャック構造を備える第2電極は、その大きさがウエハの大きさに限定される。すなわち、電極本体を被覆する絶縁膜がプラズマ照射により破壊されることを防ぐため、第2電極の絶縁膜が載置されたウエハにより完全に被覆されるように、第2電極のウエハ載置面はウエハより小さくなっている。そのため、ウエハ周縁部で電気力線を垂直にすることが通常は困難である。

【0019】本発明のプラズマ処理装置は、第2電極の外周部に第2環状部を備えることにより、第2電極を見かけ上大きくするものである。そのため、静電チャック構造に起因する第2電極の大きさへの制限を守りつつ、ウエハ周縁部で電気力線を均一かつウエハに垂直に形成することができる。その結果、ウエハ周縁部での電界補正を向上させ、ウエハ中央部とウエハ周縁部とで形状差を生じさせないようにエッチングすることができる。

【0020】また、本発明のプラズマ処理方法は、上記のプラズマ処理装置を用いたプラズマ処理方法であって、第1環状部の内径 D_{in} 、外径 D_{out} および電極面からの突出量 H_{out} が、ウエハサイズ DSi および第1電極と第2電極の電極間距離 L に対して、上記の(1)、(2)、(3)式を満足する条件で、第2電極上に載置されたウエハにプラズマ処理を施す。例えばこの条件でウエハにエッチング処理を施せば、エッチングレートの※50

*して、下記の(1)、(2)、(3)式を満足する条件で、第2電極上に載置されたウエハにプラズマ処理を施すことを特徴とするプラズマ処理方法。

【0014】

※低下もあまりなく、ウエハ中央部とウエハ周縁部とで形状差を生じさせないようにエッチングすることができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明のプラズマ処理装置の実施の形態について図面に基づいて説明する。

【0022】図1は、本発明のプラズマ処理装置を示す模式的断面図である。

【0023】反応容器15は、気密容器により構成され、排気装置(図示せず)で排気することにより所要の減圧状態とすることができるようになっている。排気装置としては、ターボ分子ポンプやロータリーポンプなどが使用される。

【0024】反応容器15の上部には、第1電極11が配設されている。第1電極11の材料としては、多結晶シリコン、単結晶シリコン、アルミニウム、カーボンなどが用いられる。なかでもウエハ汚染の少ない多結晶シリコンや単結晶シリコンを用いることが好ましい。第1電極11は、アルミニウム製などのシールプレート17上に電極押えリング23で押圧固定される。シールプレート17と装置内壁面10aとは絶縁体18により絶縁されている。

【0025】シールプレート17の中央部にはガス導入路16が形成されており、ガス導入路16はガス供給源(図示せず)に接続されている。また、第1電極11に形成されたガス導入孔11aから反応容器15内にガスが供給されるようになっている。

【0026】反応容器15の下部には、第1電極11に対向して第2電極12が配設されている。第2電極12の上面にはウエハ19が載置される。この例の第2電極12は静電チャック構造を備えるものであり、アルミニウムなどで形成された電極本体12bのウエハ載置面がアルミナなどの絶縁膜12aで被覆された構造となっている。また、第2電極12の外側面と装置内壁面10aとは絶縁体18により絶縁されている。

【0027】第1電極11の電極面の外周部には、第2電極12側に突出した第1環状部13が配設されている。第1電極11と第1環状部13とは、電極押えリング23にネジ止めされることにより機械的および電気的に接合されている。

【0028】第1環状部13の材料としては、多結晶シリコン、単結晶シリコン、アルミニウム、カーボンなど

を用いることができる。不純物などによりウエハを汚染するおそれが少ない多結晶シリコンや単結晶シリコンを用いることが好ましい。なお、多結晶シリコンや単結晶シリコンの導電率を高めるには、ボロン(B)などをドーピングすれば良い。

【0029】第1環状部13の内径Din(mm)、外径*

$$1.03 \times \text{DSi} \leq \text{Din} \leq 1.09 \times \text{DSi} \quad \dots (1)$$

$$1.10 \times \text{DSi} \leq \text{Dout} \leq 1.20 \times \text{DSi} \quad \dots (2)$$

$$0.7 \times L - 2.0 \leq \text{Hout} \leq 0.7 \times L + 2.0 \quad \dots (3)$$

例えば、ウエハサイズDSiが150mm、電極間距離L 10※の突出量Houtの好ましい範囲は次のようになる。

が15mmのとき、内径Din、外径Dout、電極面から ※ 【0031】

$$154.5 \leq \text{Din} \leq 163.5 \quad \dots (1')$$

$$165.0 \leq \text{Dout} \leq 180.0 \quad \dots (2')$$

$$8.5 \leq \text{Hout} \leq 12.5 \quad \dots (3')$$

第1環状部13の内径Dinの好ましい範囲を上記の範囲とする理由は、内径Dinが上記の範囲にあるとき、後述するようにウエハの周縁部でも良好なエッチング形状が得られるからである。

【0032】外径Doutを上記の範囲とする理由は、外径Doutが上記下限値より大きいときウエハの周縁部までの十分な電界強度の補正が可能になり、また上記上限値より大きいとき、第1電極の電極面での平均電界強度が低下し、エッチングレートが低下するためである。

【0033】電極面からの突出量Houtを上記の範囲とする理由は、この範囲でウエハの周縁部でも良好なエッチング形状が得られるからである。

【0034】第2電極12の外周部には、シリコン製の第2環状部14が配設されている。第2環状部14と第2電極12の第1電極11に対向する側の面は高さほぼ同一で平面となっている。また、第2環状部14は、30 フローティング(電気的に接地されていない状態)とされ、第2電極12と高周波的に接続される。

【0035】第2環状部14の材料としては、第1環状部13と同じく、多結晶シリコン、単結晶シリコン、アルミニウム、カーボンなどを用いることができる。なかでも、不純物などによりウエハを汚染するおそれが少ない多結晶シリコンや単結晶シリコンを用いることが好ましい。なお、多結晶シリコンや単結晶シリコンの導電率を高めるには、ボロン(B)などをドーピングすれば良い。

【0036】第2環状部14の内径は、第2電極12の 40 外径より大きいのはもちろんであるが、できるだけ小さいことが好ましい。その理由は、ウエハの周縁部での電気力線を垂直にするためである。また、第2電極12と第2環状部14の隙間で放電が起きないようにして、この放電による第2電極12の絶縁膜12aの破壊を防止するためである。

【0037】第2環状部14の外径は、第2環状部14の内径より8mm以上大きくすることが好ましい。ウエハ周縁部の電界を十分に補正するためである。また、第2環状部14の外径は、第1環状部13の外径Doutと

* Dout(mm)、第1電極の電極面からの突出量Hout(mm)について、処理するウエハサイズDSi(mm)および第1電極11と第2電極12との間の電極間距離L(mm)に対して次の範囲とするのが好ましい。

【0030】

★同じく小さくすることが好ましい。第1電極に供給される高周波電力を効率良く第2電極12の電極面に分配することができるからである。

【0038】第2環状部14は、その表面が第2電極12の電極面とほぼ面一になるように配置するのが良い。ウエハの周縁部での電気力線を垂直にするためである。また、第2電極12側壁の絶縁膜12aのプラズマによる破壊を防止するためである。ただし、ウエハがこの第2環状部14で持ち上がらないようにするため、公差を考慮して、第2環状部14はその表面が第2電極12の電極面より若干低くなるように配置することが好ましい。すなわち、第2環状部14はその表面が第2電極12の電極面より0~0.5mmの範囲で低くなるように配置することが好ましい。

【0039】第1電極11および第2電極12には整合器20およびトランス22を介して高周波電源21が接続されている。また、第2電極12には高周波カットフィルター24を介してウエハ静電吸着用直流電源25が接続されている。

【0040】以下、上記構成のプラズマ処理装置を用いてシリコン酸化膜を所定のパターンにエッチングする場合について説明する。ウエハ19には、例えば膜厚1μm程度のシリコン酸化膜が形成されており、さらにそのシリコン酸化膜の上にレジストパターンが形成されている。

【0041】まず、ウエハ19を第2電極12上に載置する。第1電極11を降下させて、電極間隔を所定の間隔に設定する。

【0042】次に、ウエハ静電吸着用直流電源25から通電し、ウエハ19を静電吸着固定する。このとき、Ar等の不活性ガスを反応容器15内に導入し、高周波電源21から電力を印加してプラズマを発生させれば、より迅速にウエハを吸着させることができる。

【0043】反応容器15内にガス導入路16から、例えばCF₄、CHF₃、Ar等を所定流量導入し、反応容器15内を所定の圧力に設定する。高周波電源21から

所定の電力を印加して、導入したガスをプラズマ化する。発生したプラズマによりウエハ19上のシリコン酸化膜がエッチングされる。

【0044】上記構成の装置および方法を用いることにより、ウエハ周縁部の電界が十分に補正され、ウエハ中央部とウエハ周縁部とでエッチング形状差を生じさせないエッチングをウエハに施すことができる。

【0045】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。この実施例で用いた装置は、図1に示したプラズマ処理装置である。

【0046】第1電極11は、多結晶シリコン製であり、その電極面の直径は172.7mmである。第2電極12は、アルミニウム製の電極本体にアルミナを被覆して作製されており、ウエハ載置面の直径は147mmである。

【0047】(試験1)上記のプラズマ処理装置を用いて、ウエハ上に形成されたシリコン酸化膜をエッチングし、第1環状部と第2環状部の材質とエッチングレートの均一性およびウエハ中央部とウエハ周縁部でのエッチング形状の差との関係について評価した。

【0048】エッチングレートの均一性は、ウエハ上の所定箇所のエッチングレートを測定し、そのバラツキを算出して評価することとした。エッチング形状の差は、中央部19aと周縁部19bの所定箇所に形成されたホールの底部径を求めて評価することとした。

【0049】評価に用いたプラズマ処理装置の第1環状部13および第2環状部14の形状は次の通りである。第1環状部13の形状は、内径Dinが173mm、外径Doutが223mm、電極面からの突出量Houtが6.5mmである。第2環状部14の形状は、内径が147mm、外径が165mmである。また、第2環状部14は、第2電極12の電極面とほぼ同一高さになるように配置され、第2環状部14が導体の場合、電氣的にフローティングとされ、第2電極12と高周波的に接続されるようにした。

【0050】第1環状部13および第2環状部14に用いた材料は、導電体であるシリコンと絶縁体であるヴェスベル(デュボン社製、商品名:SPI、材質:ポリイミド)である。この2つの組み合わせを変えて、試験を行った。

*【0051】エッチング条件は、次の通りである。ガス流量は、 CF_4 :20sccm、 CHF_3 :30sccm、Ar:350sccmとし、反応容器15内の圧力は250mTorrとした。高周波の周波数は400kHz、その電力は800Wとした。第1電極11と第2電極12の電極間距離は10mmとした。エッチングレートの均一性の評価には、膜厚1 μm のシリコン酸化膜が形成された6インチシリコンウエハを用いた。エッチング形状の差の評価には、さらにその上に0.5 μm のホールパターンを有するレジストが形成されているシリコンウエハを用いた。

【0052】図2は、第1環状部13、第2環状部14のいずれか一方または両方の形成材料として、上記シリコンまたはヴェスベルを用いた場合のエッチングレートを示したグラフである。図中Aは、第1環状部13にシリコンを第2環状部14にヴェスベルを用いた場合である。図中Bは、第1環状部13、第2環状部14ともにヴェスベルを用いた場合である。図中Cは、第1環状部13、第2環状部14ともにシリコンを用いた場合である。図中Dは、第1環状部13にヴェスベルを、第2環状部14にシリコンを用いた場合である。

【0053】図2から明らかなように、第1環状部13、第2環状部14ともにシリコンを用いた場合(C)は、周縁部におけるエッチングレートの低下はわずかであり、ほとんど無視できる程度であった。これに対して、第1環状部13、第2環状部14ともにヴェスベルを用いた場合(B)は、中心からの距離が40mm以上になるとエッチングレートが極端に低下する。また、第1環状部13、第2環状部14のいずれか一方にシリコンを用いた場合(A、D)は、第1環状部13、第2環状部14ともにヴェスベルを用いた場合(B)よりも周縁部19bのエッチングレートの低下が軽微であった。ただし、いずれもエッチングレートの均一性という点では、不十分であった。

【0054】エッチング形状の差について調べた結果を表1に示す。表中には、エッチングレートの均一性の評価から得られたエッチングレート(平均値)とエッチングレートの均一性も併せて記載している。

【0055】

【表1】

*
表1

符号	第1環状部	第2環状部	エッチングレート (nm/min)	均一性 (%)	中央部 ホール径(μm)	周縁部 ホール径(μm)	ホールの差	評価
A	シリコン	ヴェスベル	465.8	± 5.58	0.48	0.42	0.06	不良
B	ヴェスベル	ヴェスベル	443.8	± 9.65	0.40	0.43	0.03	不良
C	シリコン	シリコン	416.5	± 2.88	0.50	0.49	0.01	良好
D	ヴェスベル	シリコン	401.4	± 7.88	0.47	0.42	0.05	不良

【0056】表1から明らかなように、第1環状部13、第2環状部14ともにシリコンを用いた場合(C)は、エッチングレートの均一性は $\pm 2.88\%$ であり、また中央部19aと周縁部19bにおけるホール径の差は $0.01\mu\text{m}$ であり、良好な結果が得られた。これに対して、第1環状部13、第2環状部14ともにヴェスベルを用いた場合(B)は、ホール径の差は $0.03\mu\text{m}$ であり、やや小さいものの、エッチングレートの均一性は $\pm 9.65\%$ と大きかった。また、第1環状部13、第2環状部14のいずれか一方にシリコンを用いた場合(A、D)は、エッチングレートの均一性は $\pm 5.59\sim 7.88\%$ と、第1環状部13、第2環状部14ともにヴェスベルを用いた場合(B)よりも改善されるが、ホール径の差は $0.05\sim 0.06\mu\text{m}$ と大きかった。

【0057】(試験2)上記のプラズマ処理装置を用い、第1環状部の形状を変えて、ウエハ上に形成されたシリコン酸化膜をエッチングし、ウエハ中央部とウエハ周縁部でのエッチング形状について評価した。

【0058】評価に用いたプラズマ処理装置の第1環状部13および第2環状部14は多結晶シリコン製とした。第1環状部13は、外径Doutが 22.3mm で内径Dinが 17.3mm のもの、外径Doutが 17.3mm 一定で、内径Dinが 16.0mm 、 15.8mm 、 15.6mm 、 15.0mm のものであって、さらに電極面からの突出量Houtが 11.5mm 、 9.5mm 、 6.5mm となるものをそれぞれ用意した。第2環状部14は、第2電極12の第1電極11に対向する面は高さがほぼ同一で平面となるように配設し、また電氣的にフローティングとし、第2電極12と高周波的に接続した。第2環状部14の外径は 16.5mm とした。

【0059】エッチング条件は、次の通りである。ガス流量は、 $\text{CF}_4:15\text{sccm}$ 、 $\text{CHF}_3:18\text{sccm}$ 、 $\text{Ar}:200\text{sccm}$ とし、反応容器15内の圧力は 200mTorr とした。高周波の周波数は 400kHz 、その電力は 800W とした。この評価には、膜厚 $1\mu\text{m}$ のシリコン酸化膜が形成され、その上に $0.5\mu\text{m}$ のホールパターンを有するレジストが形成されている6インチシリコンウエハを用いた。

【0060】図3は、図4および図5は、ホール形状を示す模式的断面図である。図3は、第1電極11と第2電極12の電極間距離が 15mm 、第1環状部13の電極面からの突出量Houtが 11.5mm のときの結果である。図4は、第1電極11と第2電極12の電極間距離が 13mm 、第1環状部13の電極面からの突出量Houtが 9.5mm のときの結果である。図5は、第1電極11と第2電極12の電極間距離が 10mm 、第1環状部13の電極面からの突出量Houtが 6.5mm のときの結果である。なお、ホール断面形状は、走査型電子顕微鏡(SEM)により観察した。ウエハ中央部はウエ

ハ中心位置であり、ウエハ周縁部はウエハの端から $1\sim 3\text{mm}$ の位置である。

【0061】図3、図4および図5のホール形状の結果から、第1環状部13の内径Dinが $15.4\sim 16.3\sim 15\text{mm}$ の間にあるとき、ウエハ周縁部においても良好なエッチング形状が得られることがわかる。

【0062】すなわち、内径DinをウエハサイズDSiに対して(1)式を満たす範囲にすることにより、ウエハ周縁部においても良好なエッチング形状が得られることを確認した。

【0063】同様に、図3、図4および図5のホール形状の結果から、第1環状部13の電極面からの突出量Houtを第1電極11と第2電極12の電極間距離にあわせて変化させることにより、上記の内径Dinの値の範囲でウエハ周縁部においても良好なエッチング形状が得られることを確認した。

【0064】すなわち、第1環状部13の電極面からの突出量Houtを第1電極11と第2電極12の電極間距離Lに対して(3)式を満たす範囲とすることにより、上記の内径Dinの値の範囲でウエハ周縁部においても良好なエッチング形状が得られることを確認した。

【0065】以上説明したように、本発明のプラズマ処理装置は、導電性の第1環状部13および導電性の第2環状部14を備えている。そのため、ウエハ周縁部19bの電界が十分に補正され、ウエハ中央部19aとウエハ周縁部19bとでエッチング形状に差を生じない。その結果、エッチングレートの均一性を損なうことなく、ウエハ中央部19aとウエハ周縁部19bとにおけるエッチング形状に差が生じさせないようエッチングすることができた。

【0066】また、本発明のプラズマ処理装置は、第2電極の外周部に第2環状部を備えることにより、第2電極を見かけ大きくするものである。そのため、静電チャック構造を有する第2電極を備えた装置に容易に適用できることを確認した。

【0067】第1環状部13の内径Din、外径Dout、電極面からの突出量HoutをウエハサイズDSiおよび電極間距離Lに対して所定の範囲とすることにより、上記エッチングの効果を発揮させることができることを確認した。

【0068】第1環状部13、第2環状部14をシリコンで作製することにより、この部分から発生する不純物によるウエハの汚染が起きないことも確認できた。

【0069】

【発明の効果】上述したように、本発明のプラズマ処理装置およびプラズマ処理方法は、ウエハ周縁部での電界補正を向上させ、ウエハ中央部とウエハ周縁部とでエッチングレートが同等でエッチング形状差を生じさせないようにエッチングすることができる。

【図面の簡単な説明】

11

12

【図1】本発明のプラズマ処理装置を示す模式的断面図である。

【図2】第1環状部、第2環状部のいずれか一方または両方の形成材料として、上記シリコンまたはヴェスベルを用いた場合のエッチングレートを示したグラフである。

【図3】ホール形状を示す模式的断面図であり、第1電極と第2電極の電極間距離が1.5mm、第1環状部の電極面からの突出量Houtが11.5mmのときの結果である。

【図4】ホール形状を示す模式的断面図であり、第1電極と第2電極の電極間距離が1.3mm、第1環状部の電極面からの突出量Houtが9.5mmのときの結果である。

【図5】ホール形状を示す模式的断面図であり、第1電極と第2電極の電極間距離が1.0mm、第1環状部の電極面からの突出量Houtが6.5mmのときの結果である。

【図6】環状部を備えた従来のプラズマ処理装置を示す模式的断面図である。

【符号の説明】

10 プラズマ処理装置

10a 装置内壁面

11 第1電極

12 第2電極

12a 絶縁膜

12b 電極本体

13 第1環状部

14 第2環状部

15 反応容器

16 ガス導入路

17 シールプレート

18 絶縁体

19 ウエハ

10 19a ウエハ中央部

19b ウエハ周縁部

20 整合器

21 高周波電源

22 トランス

23 電極押さえリング

24 高周波カットフィルター

25 ウエハ静電吸着用直流電源

30 プラズマ処理装置

31 第1電極

20 31a 交流電源

31b 交流電源

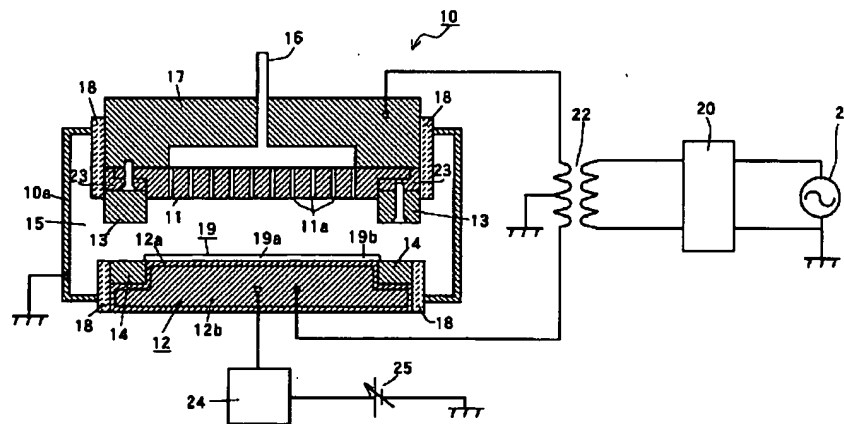
32 第2電極

33 環状部

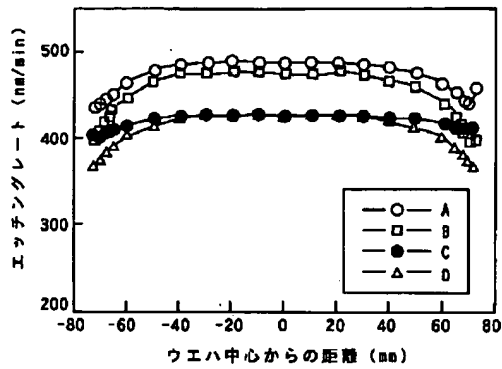
38a 絶縁体

38b 絶縁体

【図1】



【図2】



【図3】

電極部の横式図	ウエハ中央部 ホール断面図	ウエハ周縁部 ホール断面図	総合 評価
a 	 88° 88° 【形状○】	 95° 84° 【形状×】	×
b 	 88° 88° 【形状○】	 88° 89° 【形状○】	◎
c 	 88° 88° 【形状○】	 88° 88° 【形状○】	◎
d 	 88° 88° 【形状○】	 88° 88° 【形状○】	◎
e 	 88° 88° 【形状○】	 85° 91° 【形状×】	×

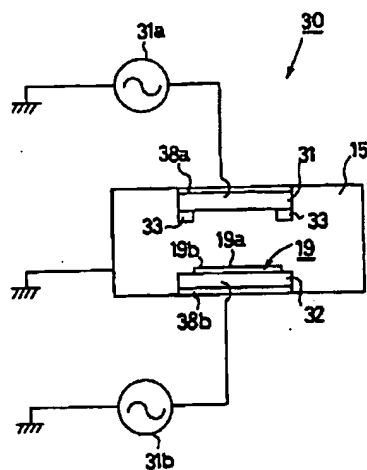
【図4】

電極部の横式図	ウエハ中央部 ホール断面図	ウエハ周縁部 ホール断面図	総合 評価
a 	 89° 89° 【形状○】	 95° 84° 【形状×】	×
b 	 89° 89° 【形状○】	 91° 88° 【形状○】	○
c 	 88° 87° 【形状○】	 89° 85° 【形状○】	○
d 	 88° 88° 【形状○】	 88° 88° 【形状○】	◎
e 	 88° 87° 【形状○】	 81° 94° 【形状×】	×

【図5】

電極部の横式図	ウエハ中央部 ホール断面図	ウエハ周縁部 ホール断面図	総合 評価
a 	 88° 88° 【形状○】	 92° 85° 【形状×】	×
b 	 88° 89° 【形状○】	 87° 89° 【形状○】	○
c 	 88° 88° 【形状○】	 89° 88° 【形状○】	◎
d 	 88° 89° 【形状○】	 87° 90° 【形状○】	○
e 	 88° 88° 【形状○】	 80° 93° 【形状×】	×

【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 奥村 信夫
大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住
友金属工業株式会社内